

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-286819

(P2000-286819A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード(参考) |
|---------------------------|------|---------------|-------------|
| H 0 4 J 11/00 | | H 0 4 J 11/00 | Z 5 K 0 2 2 |
| H 0 4 B 1/10 | | H 0 4 B 1/10 | M 5 K 0 4 6 |
| 7/005 | | 7/005 | 5 K 0 5 2 |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-92407

(22) 出願日 平成11年3月31日 (1999. 3. 31)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 山本 武志

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100078237

弁理士 井出 直孝 (外1名)

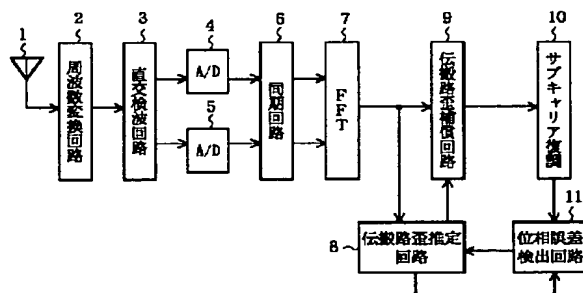
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 復調装置

(57) 【要約】

【課題】 OFDM復調装置の周波数変換回路で用いるローカル信号により付加される搬送波の位相雑音に対する特性劣化を改善する。

【解決手段】 位相誤差検出回路11を設け、位相誤差検出回路11においてサブキャリア復調回路10からのサブキャリアごとの位相誤差情報と伝搬路歪推定回路8からの各サブキャリア振幅歪情報をを用いて位相誤差情報を生成し、これにより伝搬路歪補償係数を修正して位相雑音の補償を行う。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受信されたバースト直交周波数分割多重変調信号を中間周波数帯信号に変換する周波数変換回路と、
 この周波数変換回路から出力された中間周波数帯信号をベースバンド信号に変換する直交検波回路と、
 この直交検波回路から出力されたベースバンド信号を標本量子化する標本量子化手段と、
 この標本量子化手段で標本量子化されたベースバンド信号のタイミング同期処理および搬送波周波数同期処理を 10 行う同期回路と、
 この同期回路から出力される同期処理後の信号をフーリエ変換し前記バースト直交周波数分割多重変調信号をサブキャリア毎の信号に分離するフーリエ変換回路と、
 このフーリエ変換回路から出力される信号から伝搬路歪を推定し伝搬路歪情報を出力する伝搬路歪推定回路と、
 前記フーリエ変換回路から出力される信号を前記伝搬路歪情報を用いて歪補償を行う伝搬路歪補償回路と、
 この伝搬路歪補償回路の出力する歪補償後の信号を各サブキャリア毎に復調し復調データおよび軟判定データを 20 出力するサブキャリア復調回路と、
 このサブキャリア復調回路から出力される軟判定データと前記伝搬路歪推定回路から出力される各サブキャリア振幅歪情報を用いて各サブキャリアに共通な位相誤差情報を生成し前記伝搬路歪推定回路へ出力する位相誤差検出回路とを備えたことを特徴とする復調装置。

【請求項 2】 前記位相誤差検出回路は、前記サブキャリア復調回路から出力される軟判定データと前記伝搬路歪推定回路から出力される各サブキャリア振幅歪情報を用い各サブキャリアの誤差成分を各サブキャリアの受信 30 レベルに応じて重み付け平均する直交周波数分割多重シンボル内平均回路と、この直交周波数分割多重シンボル内平均回路から出力される重み付け平均結果の移動平均を行い前記位相誤差情報を出力する移動平均回路とを備えた請求項 1 記載の復調装置。

【請求項 3】 前記伝搬路歪推定回路は、前記位相誤差検出回路から出力される位相誤差情報を用い位相誤差を補償するように前記伝搬路歪情報を補正する手段を含む請求項 1 または 2 記載の復調装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、直交周波数分割多重（OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing 以下 OFDM と略記する）変調方式を用いるバースト信号伝送システムの復調装置において、搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の高精度な補正を実現する復調装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図 3 に OFDM バースト信号のフォーマットを示す。図 3 のように各バーストの先頭には同期用 50

2

のプリアンブルおよび伝搬路推定用のプリアンブルが配置される。

【0003】図 4 に従来の OFDM 復調装置の構成を示す。この OFDM 復調装置は、バースト OFDM 変調信号を受信するためのアンテナ 1 と、アンテナ 1 を介して受信された変調信号を中間周波数帯信号に変換し、出力する周波数変換回路 2 と、周波数変換回路 2 から出力された中間周波数帯信号をアナログ複素ベースバンド信号に変換し、出力する直交検波回路 3 と、直交検波回路 3 から出力されたアナログ複素ベースバンド信号を標本量子化する標本量子化手段としての A/D 変換器 4、5 と、A/D 変換器 4、5 にて標本量子化されたベースバンド信号をタイミング同期処理するタイミング同期手段および搬送波周波数同期処理する搬送波周波数同期処理手段を含み同期処理後の信号を出力する同期回路 6 と、同期回路 6 から出力された同期処理後の信号をフーリエ変換し、前記バースト OFDM 変調信号をサブキャリア毎の信号に分離するフーリエ変換回路 7 と、フーリエ変換回路 7 から出力された信号から伝搬路歪を推定し、伝搬路歪情報と各サブキャリア振幅歪情報を出力する伝搬路歪推定回路 8 と、フーリエ変換回路 7 から出力された信号を伝搬路歪情報を用いて歪補償し、歪補償後の信号を出力する伝搬路歪補償回路 9 と、この歪補償後の搬送波の位相誤差補正を行う位相誤差補正回路 14 と、歪補償および位相誤差補正後の信号を各サブキャリア毎に復調し、復調データとして出力するサブキャリア復調回路 10 とを備える。

【0004】この図 4 に示す従来例の復調装置では、同期回路 6 において同期用のプリアンブルを用いて搬送波周波数同期とシンボルタイミング同期を確立する。また、位相誤差補正回路 14 は必要に応じて設けられるもので、必要に応じて位相誤差補正回路 14 において搬送波の位相誤差を補正する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】直交周波数分割多重（OFDM）変調方式は送信するデータを複数のサブキャリアに分割して変調するマルチキャリア変調方式である。マルチキャリア化することで各サブキャリアは狭帯域となり耐マルチパスフェージング特性に優れる。一方、周波数変換回路で用いるローカル信号により付加される搬送波の位相雑音に対して特性劣化が大きくなる問題がある。そこで、マルチパスフェージング環境下でも高精度の搬送波位相同期を実現することが望まれている。図 4 の従来の復調装置構成例において、特にマルチパスフェージング環境下では位相誤差補正回路 14 は、受信レベルの低いサブキャリアで検出位相誤差が大きくなる影響を受けて精密な動作ができない問題がある。

【0006】本発明は、このような問題を解決するもので、高精度の位相誤差検出を行うことができ、これにより搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転

3

の高精度の補正を実現できる復調装置を提供することを目的とする。また、回路規模の増加の少ない復調装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、送信機から出力されるバーストOFDM変調信号を伝搬路を介して受信・復調するOFDM復調装置に関する。

【0008】ここで本発明の復調装置の特徴は、受信されたバースト直交周波数分割多重変調信号を中間周波数帯信号に変換する周波数変換回路と、この周波数変換回路から出力された中間周波数帯信号をベースバンド信号に変換する直交検波回路と、この直交検波回路から出力されたベースバンド信号を標本量子化する標本量子化手段と、この標本量子化手段で標本量子化されたベースバンド信号のタイミング同期処理および搬送波周波数同期処理を行う同期回路と、この同期回路から出力される同期処理後の信号をフーリエ変換し前記バースト直交周波数分割多重変調信号をサブキャリア毎の信号に分離するフーリエ変換回路と、このフーリエ変換回路から出力される信号から伝搬路歪を推定し伝搬路歪情報を出力する伝搬路歪推定回路と、前記フーリエ変換回路から出力される信号を前記伝搬路歪情報を用いて歪補償を行う伝搬路歪補償回路と、この伝搬路歪補償回路の出力する歪補償後の信号を各サブキャリア毎に復調し復調データおよび軟判定データを出力するサブキャリア復調回路と、このサブキャリア復調回路から出力される軟判定データと前記伝搬路歪推定回路から出力される各サブキャリア振幅歪情報を用いて各サブキャリアに共通な位相誤差情報を生成し前記伝搬路歪推定回路へ出力する位相誤差検出回路とを備えたことにある。

【0009】なお、位相誤差検出回路は、前記サブキャリア復調回路から出力される軟判定データと前記伝搬路歪推定回路から出力される各サブキャリア振幅歪情報を用い各サブキャリアの誤差成分を各サブキャリアの受信レベルに応じて重み付け平均する直交周波数分割多重シンボル内平均回路と、この直交周波数分割多重シンボル内平均回路から出力される重み付け平均結果の移動平均を行い前記位相誤差情報を出力する移動平均回路とを備えることができる。

【0010】また、伝搬路歪推定回路は、前記位相誤差検出回路から出力される位相誤差情報を用い位相誤差を補償するように前記伝搬路歪情報を補正する手段を含むことができる。

【0011】上記のように構成された本発明においては、位相誤差検出回路はOFDMシンボル毎に各サブキャリアの位相誤差を平均化することと、この際に、サブキャリア振幅歪情報を用いて、各サブキャリアの受信レベルに応じた重み付け平均をとることにより高精度の位相誤差検出を行うことができる。さらに移動平均回路においてOFDMシンボル内の平均結果を必要なシンボル

4

数にわたり移動平均することによりさらに位相誤差の検出精度を上げることができる。これにより搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の高精度な補正を実現できる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

【0013】図1は本発明の実施の形態の一例を示すOFDM復調装置の構成を示すものである。

【0014】図1に本発明のOFDM復調装置の構成例を示す。また図3にOFDMバースト信号のフォーマットを示す。図3のように各バーストの先頭には同期用のプリアンプルおよび伝搬路推定用のプリアンプルが配置される。

【0015】この図1の復調装置は、送信側でOFDM変調されたバーストOFDM変調信号を受信するためのアンテナ1と、このアンテナ1を介して受信された変調信号を中間周波数帯信号に変換し、出力する周波数変換回路2と、この周波数変換回路2から出力された中間周波数帯信号をアナログ複素ベースバンド信号に変換し、出力する直交検波回路3と、この直交検波回路3から出力されたアナログ複素ベースバンド信号を標本量子化する標本量子化手段としてのA/D変換器4、5と、A/D変換器4、5にて標本量子化されたベースバンド信号のタイミング同期処理および搬送波周波数同期処理を行い同期処理後の信号を出力する同期回路6と、この同期回路6から出力された同期処理後の信号をフーリエ変換し、前記バーストOFDM変調信号をサブキャリア毎の信号に分離するフーリエ変換回路7と、このフーリエ変換回路7から出力された信号から伝搬路歪を推定し、伝搬路歪情報と各サブキャリア振幅歪情報を出力する伝搬路歪推定回路8と、このフーリエ変換回路7から出力された信号を、伝搬路歪情報を用いて歪補償し、歪補償後の信号を出力する伝搬路歪補償回路9と、この歪補償後の信号を各サブキャリア毎に復調し、復調データおよび軟判定データを出力するサブキャリア復調回路10と、このサブキャリア復調回路10から出力される軟判定データと伝搬路歪推定回路8から出力される各サブキャリア振幅歪情報を用いて位相誤差情報を生成し、伝搬路歪推定回路8へ出力する位相誤差検出回路11を備えている。

【0016】次に、図1のOFDM復調装置の動作を説明する。

【0017】図1において、アンテナ1に受信OFDMバースト変調信号が入力される。周波数変換回路2は入力される受信OFDMバースト信号を中間周波数帯の信号に変換する。直交検波回路3は、中間周波数帯の搬送波にほぼ近いローカル信号により受信信号をアナログ複素ベースバンド信号に変換する。A/D変換器4、5は直交検波回路3より出力されるアナログ複素ベースバン

5

ド信号を標本量子化する。同期回路6は同期用プリアンブル受信時にA/D変換器4、5より出力される標本量子化後のデジタル複素ベースバンド信号を入力し、搬送波周波数同期とシンボルタイミング同期を確立する。フーリエ変換回路7は、同期回路6の出力信号を高速フーリエ変換し、OFDM変調信号を各サブキャリア毎の信号に分離する。伝搬路歪推定回路8は、伝搬路推定用のプリアンブル受信時に、フーリエ変換回路7からの各サブキャリア毎に分離された信号を用いて伝搬路特性を推定し、伝搬路歪補償信号を出力する。伝搬路歪補償回路9は伝搬路推定用のプリアンブル後のデータ信号に対して、伝搬路歪推定回路8からの伝搬路歪補償信号を用いて伝搬路歪補償を行う。サブキャリア復調回路10は歪み補償後の信号を入力し、サブキャリアごとの復調を行う。位相誤差検出回路11はサブキャリア復調回路10からのサブキャリア毎の位相誤差情報と伝搬路歪推定回路8からの各サブキャリア振幅歪情報を入力し、位相誤差情報を生成し出力する。

【0018】図2に位相誤差検出回路11の構成例を示す。まずサブキャリア復調回路10においてサブキャリア毎の位相誤差を検出する際には、特定のサブキャリアに既知のパイロット信号を配置し、基準となるパイロット信号と受信信号との差をとる方法や、あるいはすべてのサブキャリアについてサブキャリア変調方式に対応する基準信号点からのずれを検出する方法を用いることができる。次に周波数変換回路2のローカル信号により付加される位相雑音は全サブキャリア共通となるのでOFDMシンボル内平均回路12はサブキャリア復調回路10からのサブキャリア毎の位相誤差をOFDMシンボル毎に平均をとる。OFDMシンボル内の平均をとる際には伝搬路歪推定回路8からの各サブキャリア振幅歪情報を用いて、各サブキャリアの受信レベルに応じた重み付け平均を行う。具体例としては例えばあるしきい値を設けて、それよりも受信レベルが高いサブキャリアのみの位相誤差の平均をとるという方法をとることができる。

【0019】さらに移動平均回路13は、OFDMシンボル内の平均結果を数シンボル間にわたり移動平均することにより位相誤差情報を生成する。

【0020】伝搬路歪推定回路8は、位相誤差検出回路11からの位相誤差情報を用いて、周波数変換回路のローカル信号により付加される位相雑音を補償するよう伝搬路歪補償回路9への伝搬路歪補償係数を修正する。

6

【0021】

【発明の効果】このように、本発明は、位相誤差検出回路においてOFDMシンボル毎に各サブキャリアの位相誤差を平均化し、この際に、サブキャリア振幅歪情報を用いて、各サブキャリアの受信レベルに応じた重み付け平均をとることにより高精度の位相誤差検出を行うことができ、この位相誤差検出により搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の高精度な補正を実現できる。さらに、移動平均回路においてOFDMシンボル内の平均結果を必要なシンボル数にわたり移動平均することによりさらに位相誤差の検出精度を上げることができる。これにより搬送波周波数誤差および位相雑音に起因する位相回転の高精度な補正を実現できる。

【0022】またその位相雑音の補償は伝搬路歪補償係数を修正することにより行うため、補償動作は伝搬路歪補償回路9の回路をそのまま用いることができる。従って回路規模の増加を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の復調装置の実施の形態の一例を示す図。

【図2】位相誤差検出回路の構成例を示す図。

【図3】バーストフォーマット構成例を示す図。

【図4】本発明の復調装置の構成例を示す図。

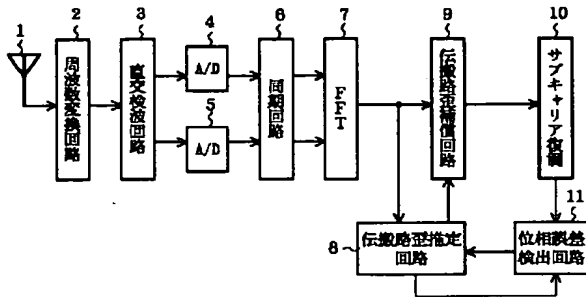
【符号の説明】

- 1 アンテナ
- 2 周波数変換回路
- 3 直交検波回路
- 4、5 A/D変換器
- 6 同期回路
- 7 フーリエ変換回路
- 8 伝搬路歪推定回路
- 9 伝搬路歪補償回路
- 10 サブキャリア復調回路
- 11 位相誤差検出回路
- 12 OFDMシンボル内平均回路
- 13 移動平均回路
- 14 位相誤差補正回路

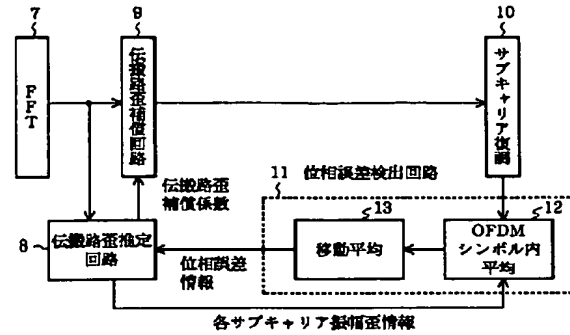
【図3】

| | | |
|-------------------------------|------------------|-----|
| タイミング/搬送波 周波数同期用 プリアンブル | 伝搬路推定用 プリアンブル | データ |
|-------------------------------|------------------|-----|

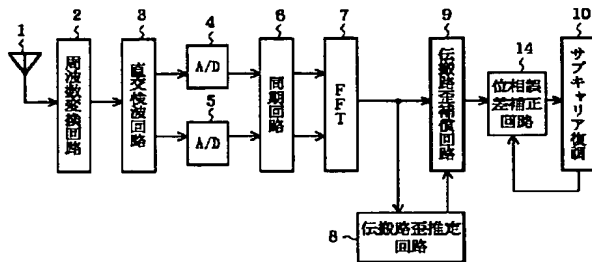
【図1】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 岡ノ上 和広
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(72)発明者 大沢 智喜
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 熊谷 智明
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本電信電話株式会社内
Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD17 DD19 DD33
DD34 DD43 DD44
5K046 AA05 EE55 EF46 EF52
5K052 AA01 BB02 CC00 DD16 EE26